

C-IASI

中国保险汽车安全指数规程

编号: C-IAI-SM. OS. DSOR-C1

第 2 部分: 车内乘员安全指数

驾驶员侧正面 25%偏置碰撞评价规程

Part 2: Vehicle Occupant Safety Index

Small Overlap Frontal Driver-side Crash Rating Protocol

(2023 版 2024 年修订)

中国汽车工程研究院股份有限公司
中保研汽车技术研究院有限公司

发布

目 次

前 言	II
1 简介	1
2 约束系统和假人运动等级评定	1
2.1 前排乘员约束系统和假人运动等级评定	1
2.1.1 正面头部保护	1
2.1.2 侧面头部保护	4
2.1.3 正面胸部保护	4
2.1.4 乘员防护和其它	5
2.2 后排乘员约束系统和假人运动等级评定	6
2.2.1 头部保护	6
2.2.2 乘员防护和其它	7
3 假人伤害等级评定	8
3.1 前排乘员伤害等级评定	8
3.1.1 头部和颈部	8
3.1.2 胸部	11
3.1.3 大腿和髋部	11
3.1.4 小腿和脚部	12
3.2 后排乘员伤害等级评定	13
3.2.1 头部和颈部	14
3.2.2 胸部	14
3.2.3 大腿和髋部	14
4 车辆结构等级评定	14
4.1 侵入量测量值评定	14
5 总体评价	17

前 言

在保险行业车型风险研究的基础上,为进一步提升我国汽车产品的安全属性,满足消费者多样化的出行需求,引导汽车产品更好地服务于消费者并创造多元开放的汽车文化,在中国保险行业协会的指导下,中保研汽车技术研究院有限公司和中国汽车工程研究院股份有限公司,充分研究并借鉴国际先进经验,结合中国道路交通安全状况和汽车市场现状,经过多轮论证,形成了中国保险汽车安全指数(简称C-IA SI)测试评价体系。

中国保险汽车安全指数(C-IA SI)从消费者立场出发,秉承“服务社会,促进安全”的理念,坚持“零伤亡”愿景,从汽车保险视角,围绕交通事故中“车损”和“人伤”,开展耐撞性与维修经济性、车内乘员安全、车外行人安全和车辆辅助安全四项指数的测试和评价,最终评价结果以直观的等级:优秀+(G+)、优秀(G)、良好(A)、一般(M)和较差(P)的形式对外发布,为车险保费厘定、汽车安全研发、消费者购车用车提供数据参考,积极助推车辆安全技术成果与汽车保险的融汇应用,有效促进中国汽车安全水平整体提高和商业车险健康持续发展,更加系统全面地为消费者、汽车行业及保险行业服务。

驾驶员侧正面 25%偏置碰撞评价规程为车内乘员安全指数的一个评价规程,本评价规程在 2020 版(含修订版)评价规程的基础上将后排假人由监测项变更为评价项,增加了碰撞后便于安全救援等方面的考核,形成 2023 版评价规程。驾驶员侧正面 25%偏置碰撞评价分为约束系统和假人运动、假人伤害、车辆结构三个方面。本规程对评价方法进行了详细描述。

中国保险行业协会、中保研汽车技术研究院有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司三方保留对中国保险汽车安全指数(C-IA SI)的全部权利。未经三方同时授权,除企业自行进行技术开发的试验外,不允许其他机构使用中国保险汽车安全指数(C-IA SI)规程对汽车产品进行公开性或商业目的的试验或评价。随着中国道路交通安全、汽车保险以及车辆安全技术水平的不断发展和相关标准的不断更新,三方同时保留对试验项目和评价方法进行变更升级的权利。

驾驶员侧正面 25%偏置碰撞评价规程

1 简介

驾驶员侧正面 25%偏置碰撞评价分为约束系统和假人运动、假人伤害、车辆结构三个方面。本规程对评价方法进行了详细描述。

2 约束系统和假人运动等级评定

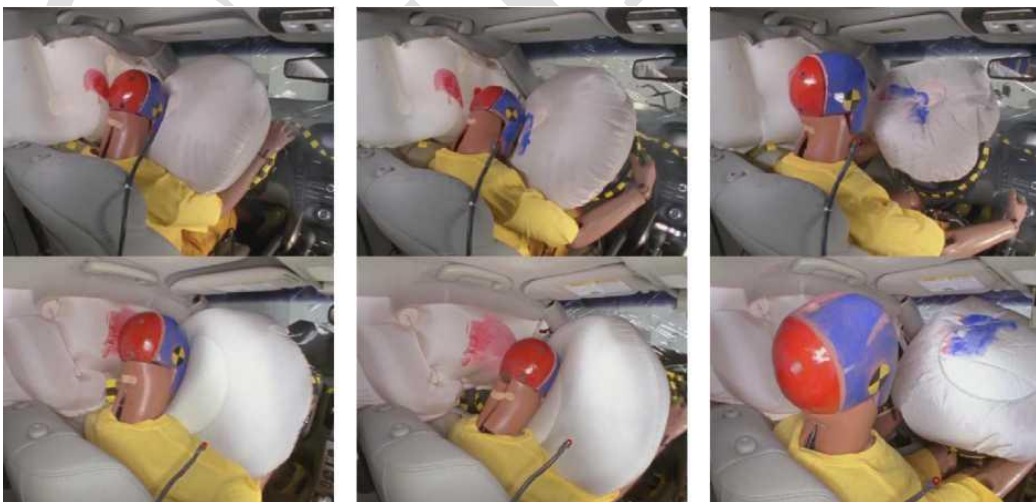
2.1 前排乘员约束系统和假人运动等级评定

2.1.1 正面头部保护

2.1.1.1 稳定的正面安全气囊作用（0 个缺陷，见图 1）是指假人向前移动并接触到完全展开的安全气囊后直接回弹返回座位。

假人向前移动过程中，位于正面安全气囊上的假人头部可以进行旋转或滑动，但头部需保持在安全气囊展开范围内。

若假人的头部离开安全气囊滑入安全气囊和车门之间的间隙，则认为是不稳定的接触，将会导致 1~2 个缺陷，除非有额外的保护措施防止头部碰到硬体结构，例如，覆盖 A 柱的侧面安全气囊或 A 柱安全气囊。



注：假人向前移动并一直与完全展开的正面安全气囊接触直到开始回弹。

图 1 稳定的正面安全气囊作用示例

2.1.1.2 局部的正面安全气囊作用（1 个缺陷，见图 2、3、4 和 5）是指假人向前移动并接

触到展开的安全气囊，但假人头部部分离开安全气囊滑入安全气囊和车门之间的间隙。

例如，假人头部旋转过度、沿正面安全气囊滑动过度或最初接触位置为安全气囊边缘，导致假人的头部滑入安全气囊和车门之间的间隙。

在假人前倾量达到最大时，若安全气囊提供的额外正面保护极小（例如，在假人和内部结构之间的安全气囊体积较小），则也认为是局部的正面安全气囊作用。



注：碰撞过程中，假人头部滑入正面安全气囊和侧面头部保护安全气囊之间的间隙之前短暂地受到了正面安全气囊的作用力（正面安全气囊较窄，且没有其它措施防止头部与安全气囊前方的硬接触）。

图 2 局部正面安全气囊作用示例



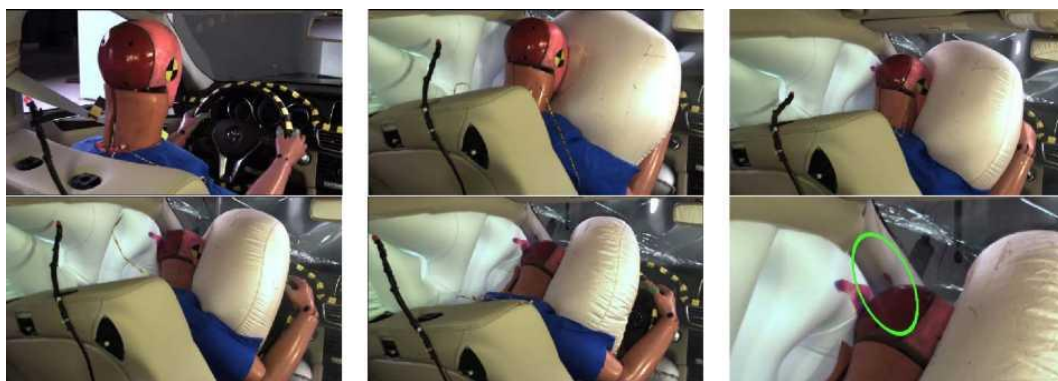
注：碰撞过程中，假人头部受到了安全气囊的作用力，但随后绕气囊旋转滑到了左侧，而且没有其它措施防止头部与安全气囊前方的硬接触。

图 3 局部正面安全气囊作用示例



注：碰撞过程中，假人头部受到了正面安全气囊的作用力，随后直接滑到左侧，而且没有其它措施防止头部与安全气囊前方的硬接触。

图 4 局部正面安全气囊作用示例



注：碰撞过程中，假人头部受到了正面安全气囊的作用力，但随后绕气囊局部滑动到了左侧，碰到 A 柱。

图 5 局部正面安全气囊作用示例

2.1.1.3 极小的正面安全气囊作用（2 个缺陷，见图 6 或 7）是指假人向前移动过程中，头部大部分移动到车门和正面安全气囊之间的间隙，且安全气囊的约束很小或没有，并且没有其它措施防止头部与安全气囊前方的硬接触。



注：碰撞过程中，假人头部在滑动到左侧之前几乎没有接触到正面安全气囊，且没有其它措施防止头部与安全气囊前方的硬接触。

图 6 极小的正面安全气囊作用示例



注：碰撞过程中，假人头部完全没有接触正面安全气囊，且没有其它措施防止头部与安全气囊前方的硬接触。

图 7 极小的正面安全气囊作用示例

2.1.1.4 头部发生气囊“触底”（1 个缺陷），是指在假人头部与气囊深度接触过程中，若头部加速度曲线存在一个或几个明显的上升沿，对引起明显局部峰值的起始点和终点进行线性平滑处理，如果局部峰值比平滑值高出 5 g 以上，且持续时间大于 3 ms，则认为头部与正面安全气囊发生“触底”。

2.1.1.5 方向盘横向移动过度（1 个缺陷）是指方向盘中心横向移动超过 10cm。

2.1.1.6 头部发生两次或多次硬接触（1 个缺陷）是指出现两次及以上导致头部合成加速度峰值超过 70g 的硬接触。忽略因拆掉座椅头枕导致假人头部回弹与 B 柱的接触。

2.1.1.7 若正面安全气囊未展开或未及时展开或失效，则约束系统和假人运动等级判定为较差。

2.1.2 侧面头部保护

2.1.2.1 侧面头部保护安全气囊展开后前方覆盖范围充分（0 缺陷），是指侧面安全气囊（例如，安装在车顶上的气帘、安装在车门上的气帘或安装在座椅上的带有头部保护功能的侧面安全气囊）展开后气袋室向前至少延伸至方向盘中心在其最前（车辆行驶方向）可伸缩位置（若可调整）正交垂直面处。若侧面头部保护安全气囊在展开过程中被卡住，则不能被判定为侧面头部保护安全气囊展开后前方覆盖范围充分。

2.1.2.2 侧面头部保护安全气囊展开后前方覆盖范围有限（1 个缺陷），是指侧面安全气囊展开但是未延伸到方向盘中心在其最前可伸缩位置（若可调整）正交垂直面处。若侧面头部保护安全气囊满足“侧面头部保护安全气囊防抛性能试验规程”，则不计缺陷。

2.1.2.3 侧面头部保护安全气囊未展开（2 个缺陷），是指侧面安全气囊未展开或展开后未能提供有效的侧面头部保护，例如假人头部移动到侧气囊覆盖范围外。

2.1.2.4 头部侧向位移过度（1 个缺陷，见图 8），是指碰撞过程中头部超过二分之一的部分移动到了驾驶员侧窗未变形前的轮廓外侧。



注：假人向外运动时，由于车辆内部结构以及缺乏侧面头部保护安全气囊等原因，假人头部移动到了驾驶员侧窗未变形前的轮廓外侧。

图 8 头部侧向位移过度示例

2.1.3 正面胸部保护

2.1.3.1 方向盘垂直移动过度（1 个缺陷），是指方向盘中心垂直移动（Z 向）超过 10cm。

2.1.3.2 方向盘横向移动过度（1 个缺陷），是指方向盘中心横向移动（Y 向）超过 15cm。

2.1.4 乘员防护和其它

2.1.4.1 乘员前倾过度（1个缺陷），是指假人最大纵向位移超过 250mm。

若同时存在以下三个条件，则此缺陷不适用：

- 1) 假人与正面安全气囊稳定接触；
- 2) 方向盘横向移动 $\leq 10\text{cm}$ ；
- 3) 方向盘垂直移动 $\leq 10\text{cm}$ 。

若在试验过程中，腰带松弛量 $> 100\text{mm}$ ，则判定为乘员前倾过度。

2.1.4.2 乘员有烧伤风险（1个缺陷），是指安全气囊起爆产生的热气导致假人身体部件或衣物熔化或燃烧。

2.1.4.3 内饰板/车内硬质部件飞出（1个缺陷），是指碰撞过程中带有锐边、尖角内饰板（圆角小于 2.5mm）或硬质部件从车体飞出，撞击假人面部，产生受伤风险。

2.1.4.4 安全带无法解锁或解锁力过大（1个缺陷），是指碰撞后假人从约束系统中解脱时，安全带无法解锁或安全带锁扣解锁力大于 60N。

2.1.4.5 座椅不稳定（1个缺陷），是指座椅调节和与乘员位置有关的部分因车辆底板或座椅升降结构变形而受到影响（如座椅任意两个固定点之间的相对垂直位移 $\geq 6\text{cm}$ ，或其它一些变形造成座垫总成向外和/或向前移动）。但是只有当座垫骨架向外和/或向前移动，对假人运动造成负面影响，直接导致假人向前或向外移动过度时，才可以判定该项缺陷。

2.1.4.6 座椅固定失效（约束系统和假人运动等级判定为较差），是指座椅固定点断裂或滑轨发生明显位移。

2.1.4.7 安全带在碰撞过程中失效，约束系统和假人运动等级判定为较差。

2.1.4.8 若车门打开或分离，约束系统和假人运动等级判定为较差。

表 1 约束系统和假人运动缺陷（驾驶员侧假人）

正面头部保护	
稳定的正面安全气囊作用	0 缺陷
局部的正面安全气囊作用	1 个缺陷
极小的正面安全气囊作用	2 个缺陷
头部发生气囊“触底”	1 个缺陷
方向盘横向移动过度（ $> 10\text{cm}$ ）	1 个缺陷
头部发生两次或多次硬接触	1 个缺陷
正面安全气囊未展开或未及时展开或失效	约束系统和假人运动等级判定为较差

表 1 约束系统和假人运动缺陷（驾驶员侧假人）（续）

侧面头部保护	
侧面头部保护安全气囊展开后前方覆盖范围充分	0 缺陷
侧面头部保护安全气囊展开后前方覆盖范围有限	1 个缺陷
侧面头部保护安全气囊未展开	2 个缺陷
头部侧向位移过度	1 个缺陷
正面胸部保护	
方向盘垂直移动过度（>10cm）	1 个缺陷
方向盘横向移动过度（>15cm）	1 个缺陷
乘员防护和其它	
乘员前倾过度	1 个缺陷
乘员有烧伤风险	1 个缺陷
内饰板/车内硬质部件飞出	1 个缺陷
安全带无法解锁或解锁力过大	1 个缺陷
座椅不稳定	1 个缺陷
座椅固定失效	约束系统和假人运动等级判定为较差
安全带在碰撞过程中失效	约束系统和假人运动等级判定为较差
车门打开或分离	约束系统和假人运动等级判定为较差
约束系统和假人运动总体等级评定	
优秀	0~1 个缺陷
良好	2~3 个缺陷
一般	4~5 个缺陷
较差	6+个缺陷

2.2 后排乘员约束系统和假人运动等级评定

2.2.1 头部保护

2.2.1.1 侧面头部保护充分（0 个缺陷），是指侧面头部保护安全气囊对头部起到了充分保护作用。

2.2.1.2 侧面头部保护有限（1 个缺陷），是指侧面头部保护安全气囊对头部保护有限。

2.2.1.3 侧面头部安全保护极小（2 个缺陷），是指侧面头部保护安全气囊未展开或展开后几乎没有提供侧面头部保护。

2.2.1.4 头部硬接触（1 个缺陷），是指头部与车门内饰、B 柱内饰等发生合成加速度峰值超过 70g 的接触。

2.2.1.5 头部侧向位移过度（1 个缺陷），是指碰撞过程中头部超过二分之一的部分移动到了后排乘员侧窗未变形前的轮廓外侧。

2.2.2 乘员防护和其它

2.2.2.1 乘员前倾过度（1个缺陷），是指后排假人头部与前排座椅发生接触。

2.2.2.2 内饰板/车内硬质部件飞出（1个缺陷），是指碰撞过程中带有锐边、尖角内饰板（圆角小于2.5mm）或硬质部件从车体飞出，撞击假人面部，产生受伤风险。

2.2.2.3 安全带无法解锁或解锁力过大（1个缺陷），是指碰撞后假人从约束系统中解脱时，安全带无法解锁或安全带锁扣解锁力大于60N。

2.2.2.4 假人发生下潜（约束系统和假人运动降一级），是指假人左右任何一个髌骨力在1ms内出现突降且高速摄像中可以确认。

2.2.2.5 座椅不稳定（1个缺陷），是指座椅调节和与乘员位置有关的部分因车辆底板或座椅升降结构变形而受到影响（如座椅任意两个固定点之间的相对垂直位移 $\geq 6\text{cm}$ ，或其它一些变形造成座垫总成向外和/或向前移动）。但是只有当座垫骨架向外和/或向前移动，对假人运动造成负面影响，直接导致假人向前或向外移动过度时，才可以判定该项缺陷。

2.2.2.6 座椅固定失效（约束系统和假人运动等级判定为较差），是指座椅固定点断裂或滑轨发生明显位移。

2.2.2.7 安全带在碰撞过程中失效，约束系统和假人运动等级判定为较差。

2.2.2.8 若车门打开或分离，约束系统和假人运动等级判定为较差。

表2 约束系统和假人运动缺陷（后排乘员假人）

头部保护	
侧面头部保护充分	0 缺陷
侧面头部保护有限	1 个缺陷
侧面头部保护极小	2 个缺陷
头部硬接触	1 个缺陷
头部侧向位移过度	1 个缺陷
乘员防护和其它	
乘员前倾过度	1 个缺陷
内饰板/车内硬质部件飞出	1 个缺陷
安全带无法解锁或解锁力过大	1 个缺陷
假人发生下潜	约束系统和假人运动降一级
座椅不稳定	1 个缺陷
座椅固定失效	约束系统和假人运动等级判定为较差
安全带在碰撞过程中失效	约束系统和假人运动等级判定为较差
车门打开或分离	约束系统和假人运动等级判定为较差

表2 约束系统和假人运动缺陷（后排乘员假人）（续）

约束系统和假人运动总体等级评定	
优秀	0 个缺陷
良好	1 个缺陷
一般	2~3 个缺陷
较差	4+个缺陷

3 假人伤害等级评定

3.1 前排乘员伤害等级评定

用 Hybrid III 50th 假人测得的伤害值评定假人伤害等级。假人测量参数和滤波等级见表

3。

表 3 假人测量参数和滤波等级

测量部位	测量参数	滤波等级
头部	加速度 A_x 、 A_y 、 A_z	CFC 1000
	角速度 ω_x 、 ω_y 、 ω_z	CFC 60
颈部	力 F_x 、 F_y 、 F_z	CFC 1000
	力矩 M_y	CFC 600
胸部	加速度 A_x 、 A_y 、 A_z	CFC 180
	压缩变形量 D	CFC 600
大腿和髋部	大腿压缩力（左/右） F_z	CFC 600
	膝关节滑动位移（左/右） D	CFC 180
小腿	小腿上胫骨力及力矩（左/右） F_z 、 M_x 、 M_y	CFC 600
	小腿下胫骨力及力矩（左/右） F_z 、 M_x 、 M_y	CFC 600
脚部	加速度（左/右） A_x 、 A_z	CFC 180

假人伤害等级包含头部和颈部、胸部、大腿和髋部、小腿和脚部四个部分。

每个部分都以其相应的评价指标进行伤害等级评定，结果分为优秀、良好、一般和较差。身体各部位评价指标的最差结果作为该部分整体评价等级。大腿/髋部、小腿/脚部是以左侧或右侧判定的最低评价等级进行等级评定。表 4 表明了优秀、良好、一般和较差四个等级的评价指标限值范围。

3.1.1 头部和颈部

头部评价指标： HIC_{15} 、 HIC_{36} （该值为参考值，不做评价）、累积 3ms 合成加速度（该值为参考值，不做评价）以及头部最大合成加速度。

如出现一次头部合成加速度峰值超过 70g，则头部和颈部伤害评定等级降低一级；多次碰撞的头部和颈部伤害详见图 9。

颈部评价指标：Nij、轴向拉伸力 Fz、轴向压缩 Fz、剪切力 Fx、压缩弯矩 My（该值为参考值，不做评价）、伸张弯矩 My（该值为参考值，不做评价）。

如果颈部轴向拉伸力 Fz、轴向压缩 Fz 和剪切力 Fx 的力-时间持续曲线超过了图 10、11 和 12 的优秀等级界限，则被评为优秀的头部和颈部等级降低为良好。

头部计算：

$$HIC = (t_2 - t_1) \left[\frac{\int_{t_1}^{t_2} A_R \cdot dt}{(t_2 - t_1)} \right]^{2.5}$$

$$A_R = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$$

式中：Ax、Ay、Az 为头部三个方向加速度值，单位为 g，

$t_2 - t_1 \leq 15\text{ms}$ （作为评价）， $t_2 - t_1 \leq 36\text{ms}$ （作为参考）。

颈部计算：

$$N_{ij} = (F_z/F_{zc}) + (M_{OCy}/M_{yc})$$

$$M_{OCy} = M_y - (D \cdot F_x)$$

式中：Fz 为颈部轴向力，单位为 N，

Fzc 为颈部轴向力临界值，单位 N，

Fx 为颈部轴向剪切力，单位为 N，

My 为颈部伸张/压缩弯矩，单位为 Nm，

Myc 为颈部伸张/压缩弯矩临界值，单位为 Nm，

D 为颈部力传感器中心与头颈连接轴中心的距离，取值为 0.01778，单位为 m。

表 4 用于 Nij 计算的临界值

假人类型	Fzc-轴向拉伸力	Fzc-轴向压缩力	Myc-压缩弯矩	Myc-伸张弯矩
Hybrid III 50th	6806N	-6160N	310Nm	-135Nm

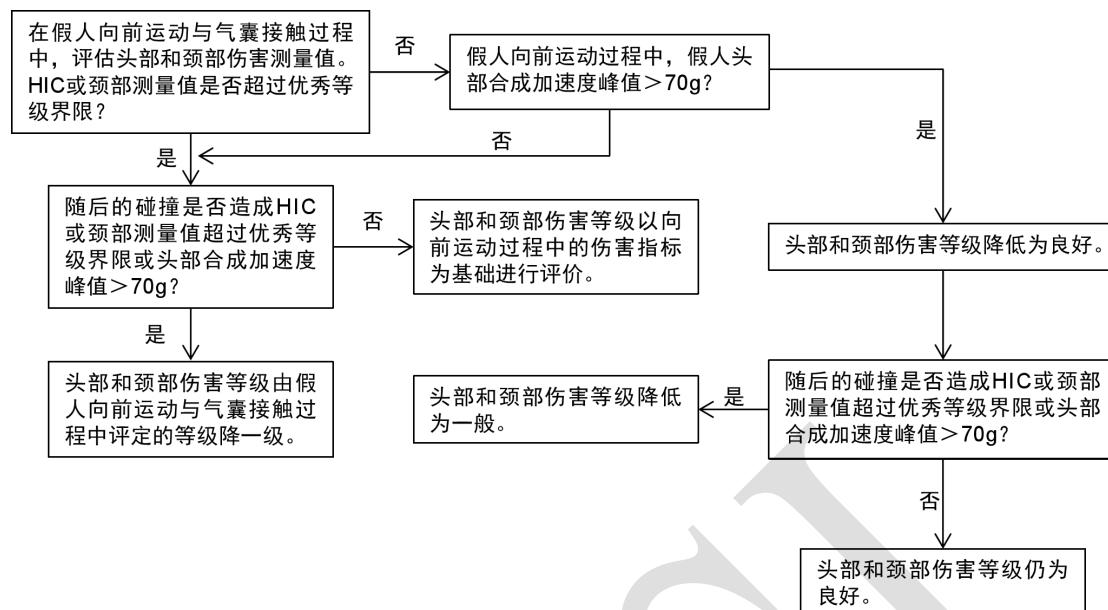


图 9 多次碰撞头部和颈部伤害评级流程图

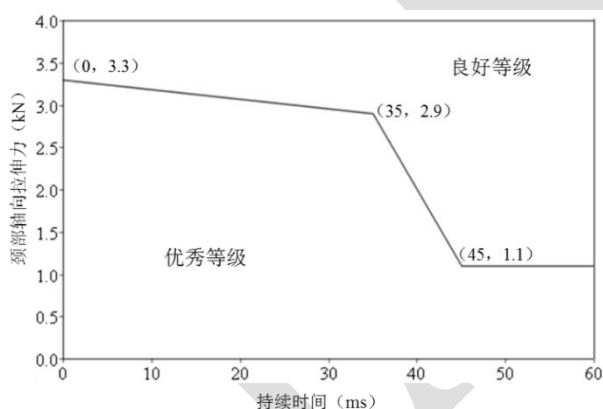


图 10 颈部拉伸力 F_z 时间持续曲线

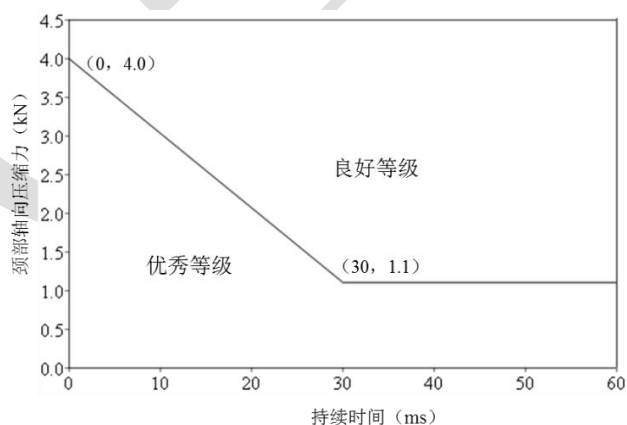


图 11 颈部压缩力 F_z 时间持续曲线

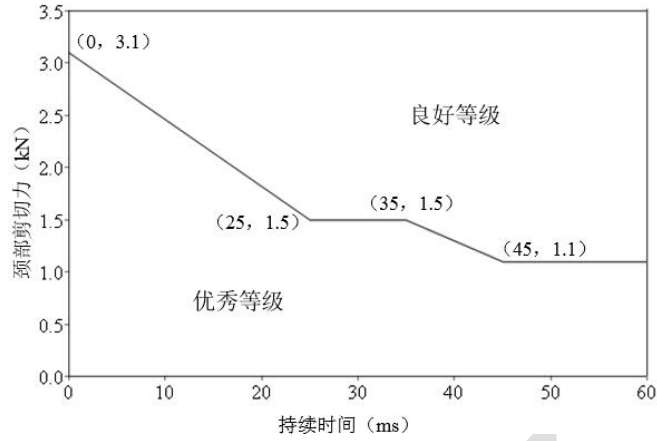


图 12 颈部剪切力 F_x 时间持续曲线

3.1.2 胸部

胸部评价指标：持续加速度 A_{3ms} 、压缩变形量 D 、压缩速率 V 、粘性指标 VC 。

VC 计算：

$$(VC)_t = 1.3V_t \times C_t$$

$$C_t = \frac{D_t}{0.229}$$

在 t 时刻的胸部压缩速率由滤波（滤波等级 CFC60）后的压缩变形量计算得出，

$$V_t = \frac{8[D_{(t+1)} - D_{(t-1)}] - [D_{(t+2)} - D_{(t-2)}]}{12\delta t}$$

式中： D_t 为 t 时刻的变形量，单位为 m ； δt 为压缩变形量测量的时间间隔，单位为 s 。

3.1.3 大腿和髋部

大腿和髋部评价指标：膝盖-大腿-髋部伤害风险 KTH ，大腿压缩力 F_z （该值为参考值，不做评价）。

膝盖-大腿-髋部伤害风险 KTH ，是通过结合每侧大腿压缩力和冲量值（冲量值是通过从大腿压缩开始到峰值力后的 4050N 时这一时段内的大腿力积分得到，见图 13），然后根据图 14 确定。

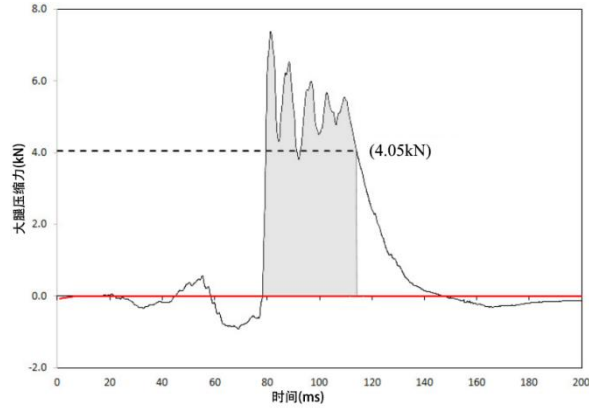


图 13 Hybrid III 50th 假人大腿冲量

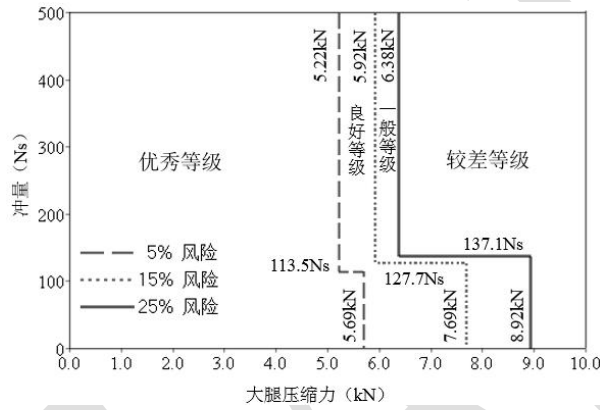


图 14 膝盖-大腿-髋部伤害风险 KTH

3.1.4 小腿和脚部

小腿评价指标：上胫骨和下胫骨轴向压缩力 F_z 、膝关节滑动位移 D 、胫骨指标 TI 。

胫骨指数 TI 是使用调整后的 M_y 弯矩来计算的。

$$M_{Y\text{上部调整}} = M_{Y\text{上部测量值}} - [(F_{Z\text{胫骨}})(0.02832)]$$

$$M_{Y\text{下部调整}} = M_{Y\text{下部测量值}} + [(F_{Z\text{胫骨}})(0.006398)]$$

注：弯矩单位为 Nm ，力单位为 N 。

TI 计算：

$$M_R = \sqrt{(M_X)^2 + (M_{Y\text{调整}})^2}$$

$$TI = |M_R / (M_C)_R| + |F_Z / (F_C)_Z|$$

式中： M_X 为绕 X 轴的弯矩、 $M_{Y\text{调整}}$ 为调整后的绕 Y 轴的弯矩、 $(M_C)_R$ 为临界弯矩、 F_Z

为 Z 向的轴向压缩力， $(F_C)_Z$ 为 Z 向临界压缩力。

脚部评价指标：脚部最大合成加速度。

表 5 假人伤害评级

身体部位	参数	优秀	良好	一般	较差
头部和颈部	HIC ₁₅	≤560	≤700	≤840	>840
	N _{ij}	≤0.80	≤1.00	≤1.20	>1.20
	拉伸力F _Z (kN)*	≤2.6	≤3.3	≤4.0	>4.0
	压缩力F _Z (kN)*	≤3.2	≤4.0	≤4.8	>4.8
胸部	加速度A _{3ms} (g)	≤60	≤75	≤90	>90
	压缩变形量 D(mm)	≤50	≤60	≤75	>75
	压缩速率 V(m/s)	≤6.6	≤8.2	≤9.8	>9.8
	粘性指标 VC(m/s)	≤0.8	≤1.0	≤1.2	>1.2
大腿和髌部	膝盖-大腿-髌部伤害风险 KTH	≤5%	≤15%	≤25%	>25%
小腿和脚部	膝关节滑动位移 D(mm)	≤12	≤15	≤18	>18
	胫骨指标（上部、下部）TI	≤0.80	≤1.00	≤1.20	>1.20
	胫骨轴向力F _Z (kN)	≤4.0	≤6.0	≤8.0	>8.0
	脚部最大合成加速度 A(g)	≤150	≤200	≤260	>260

*颈部轴向力的力-时间持续曲线见图 10 和图 11。

3.2 后排乘员伤害等级评定

用 Hybrid III 5th 假人测得的伤害值评定假人伤害等级。假人测量参数和滤波等级见表 6。

表 6 假人测量参数和滤波等级

测量部位	测量参数	滤波等级
头部	加速度 A _x 、A _y 、A _z	CFC 1000
	角速度ω _x 、ω _y 、ω _z	CFC 60
颈部	力 F _x 、F _y 、F _z	CFC 1000
	力矩 M _y	CFC 600
胸部	加速度 A _x 、A _y 、A _z	CFC 180
	压缩变形量 D	CFC 600
大腿和髌部	大腿压缩力（左/右）F _z	CFC 600
	膝关节滑动位移（左/右）D	CFC 180
	髌骨力（左/右）F _x	CFC 180
	腰椎力	CFC 600
	骨盆加速度 A _x 、A _z	CFC 1000

假人伤害等级包含头部和颈部、胸部、大腿和髌部三个部分。

每个部分都以其相应的评价指标进行伤害等级评定，结果分为优秀、良好、一般和较差。身体各部位评价指标的最差结果作为该部分整体评价等级。大腿/髋部是以左侧或右侧判定的最低评价等级进行等级评定。表 7 表明了优秀、良好、一般和较差四个等级的评价指标限值范围。

3.2.1 头部和颈部

头部评价指标：HIC₁₅、累积 3ms 合成加速度。

头部 HIC 值计算同 Hybrid III 50th 假人。

颈部评价指标：剪切力 F_x、轴向拉伸力 F_z、伸张弯矩 M_y。

如果头部合成加速度峰值超过 70g，则头部和颈部伤害评定等级不能为优秀。

3.2.2 胸部

胸部评价指标：压缩变形量 D、粘性指标 VC。

粘性指标 VC 计算同 Hybrid III 50th 假人，其中 C_t 计算公式如下：

$$C_t = \frac{D_t}{0.187}$$

3.2.3 大腿和髋部

大腿和髋部评价指标：左右大腿压缩力 F_z、左右髌骨力（参考值）、膝关节滑动位移 D（参考值）。

表 7 假人伤害评级

身体部位	参数	优秀	良好	一般	较差
头部和颈部	HIC ₁₅	≤560	≤700	≤840	>840
	加速度 A _{3ms} (g)	≤72	≤76	≤80	>80
	剪切力 F _x (kN)	≤1.20	≤1.58	≤1.95	>1.95
	拉伸力 F _z (kN)	≤2.10	≤2.62	≤3.14	>3.14
	伸张弯矩 M _y (Nm)	≤36	≤43	≤49	>49
胸部	压缩变形量 D(mm)	≤41.0	≤49.2	≤61.5	>61.5
	粘性指标 VC(m/s)	≤0.8	≤1.0	≤1.2	>1.2
大腿和髋部	压缩力 F _z (kN)	≤5.0	≤6.2	≤7.4	>7.4

4 车辆结构等级评定

4.1 侵入量测量值评定

车辆结构等级用侵入量测量值进行评定（见图 15），并且根据乘员舱结构完整性的定性观察结果对等级进行修正（降级）。

所有测量点被划分为两个区域：乘员舱下部和乘员舱上部。乘员舱下部包括 A 柱下铰

链、左侧搁脚板、左侧足板、制动踏板、驻车制动踏板和门槛；乘员舱上部包括转向管柱、A 柱上铰链、上仪表板和左下方仪表板。

将 A 柱下铰链、左侧搁脚板、左侧足板、制动踏板、驻车制动踏板、A 柱上铰链、上仪表板和左下方仪表板的 X-Y-Z 合成位移与等级评定参考值（见图 15）进行比较。对所有的测量点，若在 X 轴方向上向前移动（远离驾驶员座椅），那么仅使用 Y-Z 合成位移与等级评定参考值进行比较。对 A 柱上铰链、A 柱下铰链和驻车制动踏板位置，若在 Y 轴方向上向左移动（外侧），则仅使用 X-Z 合成位移与等级评定参考值进行比较。转向管柱仅使用向后的 X 向位移与等级评定参考值进行比较。A 柱上铰链、A 柱下铰链等级评定分别取其三个位置的最大合成位移。门槛仅使用向内的 Y 向位移与等级评定参考值进行比较，Y 向位移取门槛上三个位置的平均值。

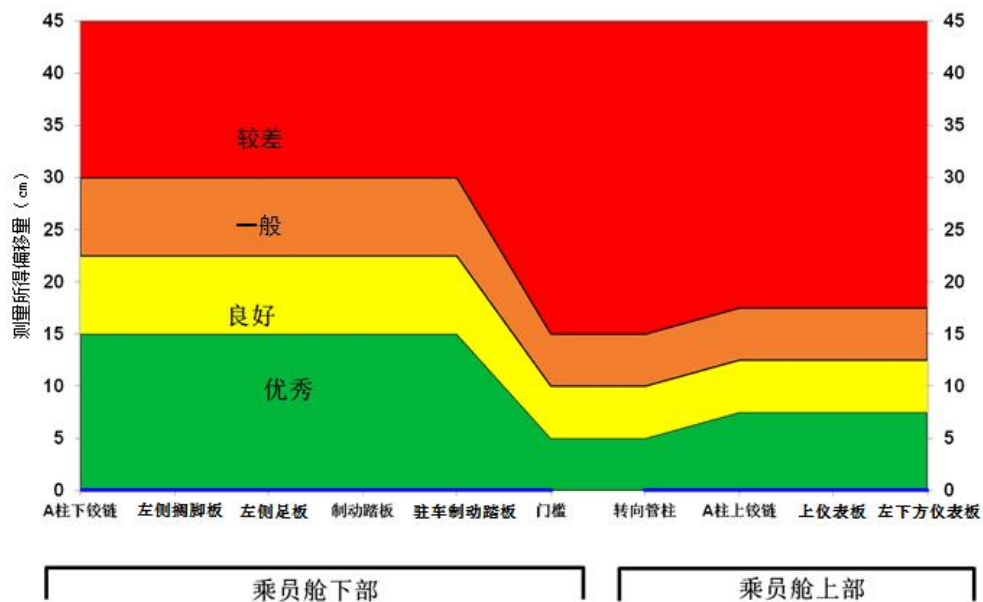


图 15 乘员舱侵入量等级评定

对乘员舱下部和乘员舱上部分别进行评级。若无定性的观察结果导致等级降低，则总体结构等级为乘员舱下部和上部分类等级中差的等级。

对于乘员舱下部或乘员舱上部区域：若侵入量测量值落入不同的评级范围内，则结构等级为测量值位于区域最多的一级，但结构等级不得比最差测量值所在等级高出超过一级；若测量结果一半在同一个等级区域，另一半在另一个等级区域，则结构等级为较低区域等级。侵入量位于两个不同评价等级边界上时视为较高的等级。

车辆乘员舱上部和下部的结构测量点，将根据评价指标阈值进行评级，具体评价要求详见表 8：

表 8 车辆结构评价

评价对象		评价指标	优秀	良好	一般	较差
乘员舱下部	A 柱下铰链	合成位移 (cm)	≤ 15	≤ 22.5	≤ 30	> 30
	左侧搁脚板					
	左侧足板					
	制动踏板					
	驻车制动踏板					
	门槛	Y 向侵入 (cm)	≤ 5	≤ 10	≤ 15	> 15
乘员舱上部	转向管柱	X 向侵入 (cm)	≤ 5	≤ 10	≤ 15	> 15
	A 柱上铰链	合成位移 (cm)	≤ 7.5	≤ 12.5	≤ 17.5	> 17.5
	上仪表板					
	左下方仪表板					

4.2 定性观察车辆结构等级

若出现假人脚部被卡且需使用工具才能将假人脚部取出、铰链柱完全撕裂以及前围等大面积撕裂（如撕裂长度大于 20cm，宽度大于 5cm）等情况时，车辆结构等级应在侵入量测量值评定等级上降一级。

4.3 燃料和高压系统完整性

若在试验过程中出现明显的燃料泄漏或高压系统（例如，电力传动系统）损坏，则车辆结构和总体等级降级到较差。

明显的燃料泄漏是指从碰撞到车辆静止，燃料的泄漏量超过 28g；在接下来的 5min 内，燃料的泄漏量超过 142g；再紧接着的 25min 内，每分钟的泄漏量超过 28g。

高压系统必须满足 GB/T 31498-2021《电动汽车碰撞后安全要求》中电解液泄漏、REESS（可充电储能系统）安全要求和防触电保护要求，从而避免降级。具体要求汇总如下：

● 电解液泄漏要求

碰撞结束 30min 内，不应有电解液从 REESS 中溢出到乘员舱，不应有超过 5.0L 的电解液从 REESS 中溢出。

● REESS 安全要求

- ① 位于乘员舱内的 REESS 应保持在安装位置，REESS 部件应保持在其外壳内，并且位于乘员舱外面的任何 REESS 部分不应进入乘员舱；

② 碰撞结束 30min 内, REESS 不应爆炸、起火。

● 防触电保护要求

防触电保护包括电压、电能、物理防护和绝缘电阻要求等四项评价指标。每一条高压母线至少应满足四项评价指标中的一个。如果碰撞试验在车辆的 REESS 与电力系统负载主动断开的情况下进行, 则车辆的电力系统负载应满足物理防护或绝缘电阻要求; REESS 和充电用高压母线应满足四项评价指标中的一个。

① 电压要求

根据 GB/T 31498-2021《电动汽车碰撞后安全要求》规定的程序所测得的高压母线电压 V_b 、 V_1 和 V_2 应不大于 30V 交流或 60 V 直流。

② 电能要求

高压母线上的总电能 TE 和储存在 Y-电容器里的能量(TEy1, TEy2)均应小于 0.2J。

③ 物理防护

为防止直接接触高压带电部位, 碰撞后车辆应有 IPXXB 级别的保护; 为防止间接接触的触电伤害, 用大于 0.2A 的电流进行测量, 所有外露的可导电部件与电底盘之间的电阻应低于 0.1Ω 。当电连接采用焊接方式时, 视为符合此要求。

④ 绝缘电阻

若交流高压母线和直流高压母线是互相传导绝缘的, 直流高压母线与电底盘之间的绝缘电阻应大于或等于 $100 \Omega/V$, 交流高压母线与电底盘之间的绝缘电阻应大于或等于 $500 \Omega/V$ 。

若交流高压母线和直流高压母线是互相传导连接的, 高压母线与电底盘之间的绝缘电阻应大于或等于 $500 \Omega/V$ 。如果碰撞后, 所有交流高压母线的保护级别达到 IPXXB, 或交流电压等于或小于 30V, 则高压母线与电底盘之间的绝缘电阻应大于或等于 $100 \Omega/V$ 。

5 总体评价

总体评价根据车辆结构、驾驶员头部和颈部、胸部、大腿和髋部、小腿和脚部伤害测量值、后排乘员头部和颈部、胸部、大腿和髋部伤害测量值以及前、后排假人约束系统和假人运动等按表 9 计算得到。

表 9 总体评价

评估项目	等级			
	优秀 (G)	良好 (A)	一般 (M)	较差 (P)
车辆结构	0	2	6	10
驾驶员				
头部和颈部	0	2	10	20
胸部	0	2	10	20
大腿和髋部	0	2	6	10
小腿和脚部	0	1	2	4
约束系统和假人运动	0	2	6	10
后排乘员				
头部和颈部	0	2	10	20
胸部	0	2	10	20
大腿和髋部	0	2	6	10
约束系统和假人运动	0	2	6	10
总体等级界限值	0-3	4-9	10-19	20+

注：若试验后，同一排的两个车门在不借助工具的条件下从车外均不能正常打开，则总体评价降一级。